

ГИГРОТЕРМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕИМАГИНАЛЬНЫХ ФАЗ ДВУХ ВИДОВ БЛОХ БОЛЬШОЙ ПЕСЧАНКИ

Н. Г. Герасимова

Гурьевская противочумная станция

Экспериментально прослежено развитие блох *Xenopsylla skrjabini* и *X. nuttalli* в пределах температур от 8 до 35° и относительной влажности от 35 до 100%. Установлены наиболее эффективные условия развития и оптимальные значения для каждой фазы и нижний и верхний пределы, близкие у обоих видов. *X. skrjabini* способен развиваться в более широких пределах отклонения от оптимальных значений обоих факторов.

Широко известно исключительное значение блох большой песчанки (*Rhombomys opimus* Licht.) как переносчиков возбудителя чумы, среди которых блохи рода *Xenopsylla* играют главную эпизоотологическую роль в пустынных природных очагах, где основным носителем чумы являются песчанки. В числе видов рода *Xenopsylla* Бибикова и другие (1963), Новокрещенова и Кузнецова (1964) выделяют *X. skrjabini* как наиболее эффективного переносчика возбудителя чумы.

Известно, что развитие насекомых происходит в определенных гигротермических пределах (Кожанчиков, 1938, 1946). По наблюдениям Бгытовой и Леоновой (1965), даже недолговременное пребывание яиц, личинок и куколок *X. gerbilli minax* при 8—10° приводит к заметному сокращению числа отродившихся имаго, а длительное действие (свыше 15 дней) пониженной температуры вызывает полную гибель развивающихся особей. Верхним порогом развития *X. g. minax* оказалась температура 32—33°. Ранее проведенные нами исследования показали, что оптимальные условия завершения метаморфоза блох *X. skrjabini* создаются при 75—80% относительной влажности среды в пределах 15—30°. В этих условиях от яйца до имаго развивается 86.6—92% особей, а общая продолжительность развития составляет от 89.5 до 28 суток (Герасимова, 1966).

На большой песчанке, обитающей в пустынных ландшафтах южного Мангышлака, южного Устюрта и западной Туркмении, паразитируют блохи *X. nuttalli*, являясь здесь одним из доминирующих видов у песчанок (Петров и др., 1963). Сведений по биологии этого вида в литературе не имеется. Изучению экологических особенностей каждой фазы развития *X. skrjabini* и *X. nuttalli* посвящена наша экспериментальная работа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В опытах нами использованы блохи, полученные в инсектарии. Разведение блох производили в оцинкованном ящике (длина 1.5 м, ширина 0.5 м, высота 0.75 м) с зацементированным дном и сетчатой крышкой. Средняя часть ящика отделена крупной сеткой, в этой части развивалась основная масса блох. Боковые части ящика сообщались узким коридором, здесь обитали песчанки. В таком ящике-инсектарии свободно

(без воротничков) жили 2 большие песчанки и приносили потомство (3—4 детеныша). Для поддержания необходимой влажности в средней части ящика навешивали полотенца, а сверху крышку ящика покрывали влажным куском одеяла. В инсектарий на двух песчанок выпускали 800—900 молодых блох (соотношение самцов и самок 1 : 2), которые, находясь с прокормителями в течение 28—30 дней, давали около 4 тыс. блох нового поколения при температуре 20—24° и относительной влажности от 75 до 90%. Следует заметить, что в осенне-зимний период, когда обычный световой день удлиняли до 18—20 часов электрическим освещением, продуктивность инсектария значительно увеличивалась (до 6 тыс. блох).

Методически работа была проведена по аналогии с нашими наблюдениями за развитием *X. skrjabini* (Герасимова, 1966).

С целью определения нижнего и верхнего пределов развития *X. skrjabini* нами прослежено развитие яиц, личинок и куколок в условиях пониженных (6—14°) и высоких (32—35°) температур в пределах 35—100% относительной влажности. Изучение цикла развития *X. nuttalli* проводили при температуре от 8 до 35° в пределах той же влажности. В опытах было использовано 6018 яиц, 5859 личинок, 4007 коконов изучаемых видов блох. В каждом опыте состояло от 40 до 200 особей.

КРИТИЧЕСКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПРЕДЕЛЫ ВЛАЖНОСТИ РАЗВИТИЯ *X. SKRJABINI*

В условиях пониженных положительных температур (6—10°) только при 8—10° и 75—92% относительной влажности из 126 яиц отродилось небольшое число (20—27%) личинок на 34—40-й день после откладки, но дальнейшего развития их не происходило. Личинки в этих условиях были малоподвижны, в большинстве случаев погибали на вторые сутки, не питаясь. Некоторые личинки начали питаться на 6—8-е сутки после выхода из яйца, но все они питались мало и погибали в I—II стадии на 11—70-й день. В других условиях влажности при пониженной температуре отрождения личинок не наблюдалось.

Содержание яиц в течение 15 суток при 8—10° и 75—80% относительной влажности не вызывает полной их гибели. Из них в оптимальных условиях на 10-й день получены личинки (21.4%), но отрождения имаго не последовало. Половина этих личинок свивала коконы, в которых впоследствии были найдены мертвые вполне оформившиеся имаго. Следует отметить, что 26 яиц, созревшие и отложенные самками в условиях 8—10°, а через 5 суток перенесенные в температуру 20°, завершили в новых условиях развитие до имаго в 48% случаев.

Личинки всех стадий, полученные при 20° и помещенные в температуру 8—10°, не закончили развития до имаго. Лишь единицы из них, а именно питающиеся личинки III стадии, в этих условиях свивали коконы, в которых в дальнейшем были найдены погибшие личинки III стадии или предкуколки. Большинство личинок погибало в течение 7—8 суток. Питающиеся личинки III стадии, содержащиеся до 10 суток при 8—10°, впоследствии в оптимальных условиях закончили развитие до имаго в 18—25% случаев. Личинки III стадии, уже закончившие питание, нередко тоже свивали коконы в первые сутки пребывания их при 8—10°, но спустя 10—12 дней все они были найдены погибшими вне коконов.

Из односуточных коконов, помещенных в условиях пониженной температуры, личинки выходили в первые же сутки и погибали, не свивая другого кокона. Из 2—4-суточных коконов после 5-дневной экспозиции при температуре 8—10° в оптимальных условиях отродились имаго в 39.8% случаев. После 20-дневной экспозиции 2-суточных коконов при температуре 8—10° имаго не отрождались. При вскрытии этих коконов в них были обнаружены мертвые личинки, или предкуколки.

Повышение температуры до 11—12.5° при относительной влажности среды 75—80% и 92% оказалось благоприятным для развития яиц. В этих условиях на 23—30-е сутки получен выход 93—94% личинок.

Дальнейшее развитие эти личинки проходили уже при 13—14°. В результате в условиях 11—14° закончили развитие до имаго 28—30% яиц при средней продолжительности всего цикла развития 100—106 суток. Наименьшая смертность в этих условиях отмечена в фазах куколки (7—7.4%) и яйца (6—7%). В фазе личинки смертность составила 55—68%; личинки погибали в большинстве случаев до первой линьки.

При высоких температурах развитие блох шло при 32° и относительной влажности 75—92%. При этом с повышением дефицита насыщения наблюдалось резкое снижение (с 78 до 18%) числа особей, завершивших развитие от яйца до имаго. При температуре 34° в тех же условиях влажности оказалось возможным лишь эмбриональное развитие. Из 135 яиц, содержащихся при 34°, выплодилось личинки в 9—44.7% случаев, но

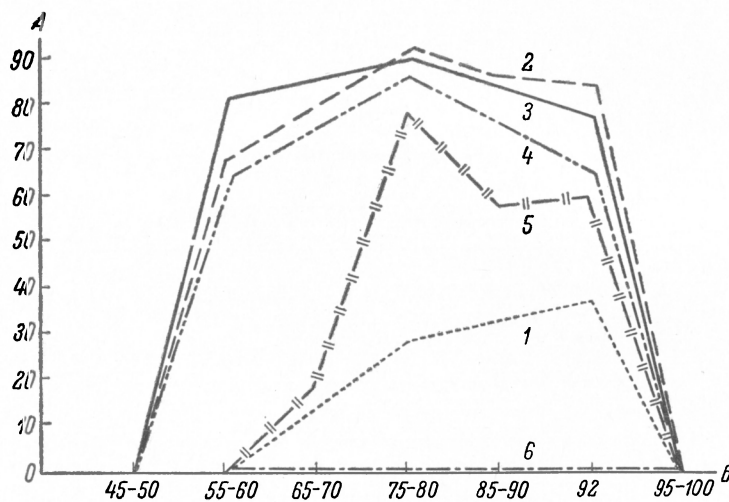


Рис. 1. Влияние температуры и влажности на развитие *X. skrjabini* (от яйца до имаго).

А — развившиеся особи (в %); Б — относительная влажность (в %).
Температура (в °С): 1 — 11—14, 2 — 15—17, 3 — 20—22, 4 — 28—30, 5 — 32, 6 — 34.

большинство их погибло в течение первых трех суток, не питаясь. Единичные питающиеся особи погибали на 5—10-е сутки, не линяя в следующую II стадию. В условиях относительной влажности ниже 75% при 32 и 34° выхода личинок из яиц не наблюдалось. В этих условиях влажности эмбриональное развитие завершается лишь в пределах температурного оптимума — 15—30°. Из личинок, помещенных в условия температуры 34°, не получено ни одного кокона. При этой температуре все личинки жили не более 10—12 суток, в большинстве случаев они гибли на 2—3-е сутки.

Личинки не окуклились и при оптимальных температурах и влажности ниже 55%, а при 95—100% относительной влажности свивали коконы 25—3.6% личинок, но имаго из них не отрождались. Куколки оказались столь же пластичны по отношению к влажности среды, как яйца, но при температуре 34° лишь в одном варианте опыта наблюдалось отрождение из коконов 26% особей, однако они погибли к концу первых суток. Как видно, длительное пребывание куколок при 34° не только вызывает значительную их гибель до выхода из коконов, но и отрицательно сказывается на жизнеспособности выплывших блох.

При температуре 35° прекращается развитие всех преимагинальных фаз *X. skrjabini*.

Имеющиеся данные показали, что самый высокий температурный оптимум и оптимум увлажнения наблюдается в фазе яйца. Эмбриональное развитие оказалось возможным при колебаниях температуры от

8—10 до 34° и относительной влажности в пределах 38—100%. В этих условиях закончили развитие от 9 до 100% яиц при средней продолжительности развития от 3.6 до 37 суток.

Личинки оказались наиболее чувствительными к влиянию температуры и влажности среды. Однако недостаток влаги сильнее лимитирует их развитие, чем ее избыток. При температуре 20—28° и относительной влажности 55—60% развитие личинок несколько затягивается (на 2—4 суток), а при дальнейшем повышении дефицита влажности становится невозможным. Развитие личинок может происходить при температуре 12—32° и влажности среды не ниже 55—60%; при этом окукляется от 3.6 до 95.6% личинок при средней продолжительности развития от 10 до 36.6 суток.

Развитие куколок, как и яиц, наблюдалось в более широких пределах отклонения от оптимума. Однако при 10° развитие доходило до последних стадий формирования имаго, но отрождения их не последовало. Так,

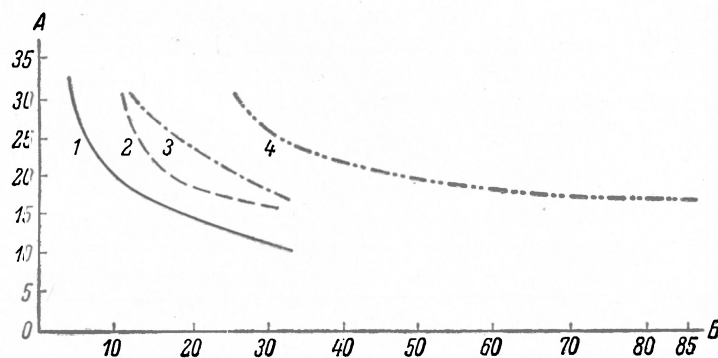


Рис. 2. Длительность развития *X. skrjabini* при 20—22° и относительной влажности 75—80%.

А — температура (в °С); Б — сутки.
1 — яйцо, 2 — личинка, 3 — куколка, 4 — от яйца до имаго.

при 12—34° и относительной влажности 45—100% получен выплод молодых блох в 26—100% случаев при средней продолжительности развития от 12 до 40.6 суток.

Оптимумом в развитии *X. skrjabini*, по-видимому, следует считать температуру 20—22° при относительной влажности 75—80% (рис. 1), когда в процессе развития наблюдается самый малый процент гибели особей (9%) при умеренной скорости развития (47 суток). В целом небольшая смертность (до 10%) на всех фазах развития блох отмечалась при температуре 15—30° и относительной влажности 75—92%. При большем или меньшем дефиците влажности в пределах всех испытанных температур продолжительность развития остается почти на одном уровне (рис. 2), смертность же возрастает, в ряде случаев снижается и жизнеспособность особей. Наиболее высоких темпов развитие достигало при 28—32°. Термический интервал между оптимумом (20°) и максимумом (28—32°) составил 8—12°.

Несмотря на специфичность требований к температуре на отдельных фазах, нижний предел развития *X. skrjabini* в целом близок к 10°, отклоняясь на 1—2° выше или ниже этого уровня. Верхним пределом развития оказалась температура 34° при относительной влажности 75—92%. В связи с этим активная жизнедеятельность имаго (питание, размножение, миграция) проявляется после зимовки в марте—апреле, когда температура среды обитания поднимается выше 10° (Свиридов и др., 1963; Бибикова и др., 1954).

МЕТАМОРФОЗ *X. NUTTALLI*

Как показали исследования, в процессе метаморфоза *X. nuttalli* наиболее устойчивыми к влиянию температуры и влажности оказались непитающиеся фазы — яйцо и куколка. Однако при содержании яиц в пониженных положительных температурах (8—10°) в течение двух месяцев выхода личинок из яиц не было. Не вывелись личинки из яиц при 20° и после 35-дневной экспозиции их при 8—10° и относительной влажности 75—80%.

Нами испытывалось влияние низкой температуры на развитие яиц, личинок и куколок *X. nuttalli*. Яйца, отложенные самками при 20—24° в течение одних суток, содержались от 1 до 30 суток при 8—10°, после чего возвращались в условия температуры 20—24°, где оставались до конца развития. Из данных табл. 1 видно, что пребывание яиц при 8—10° от 2 до 30 дней не влияет на сроки развития их при 20—24°. Во всех случаях развитие длилось 8—10 суток. Лишь непродолжительное охлаждение яиц (первые сутки) укорачивает сроки их развития до 4—6 суток. С увеличением срока пребывания яиц при 8—10° сокращается число развившихся личинок и вышедших имаго. После пребывания яиц при 8—10° свыше 15 суток развитие личинок еще продолжается, но не завершается выходом имаго.

Т а б л и ц а 1
Влияние низкой температуры на развитие *X. nuttalli*

Показатели	Пребывание яиц, коконов при 8—10° (в сутках)										
	1	2	3	4	5	6	9	15	20	25	30
Число яиц в опыте	35	30	30	30	30	35	30	30	34	33	30
Длительность развития яиц . . .	4—6	8—9	8—10	8—9	8—9	8—9	8—10	8—10	10	8—9	7
Выход личинок (в %)	94	65	78	43	52	43	39	37	6.7	5.9	6.7
Выход имаго (в %)	60	45	63	37	41	30	21	20	0	0	0
Число коконов в опыте (двухсуточный возраст)	30	30	30	30	30	30	30	28	28	30	30
Выход имаго (в %)	80	86	83	83	68	83	50	27	14	7	0

Наиболее чувствительными к воздействию пониженных температур были личинки I стадии. Они погибали в течение первых трех суток даже после однодневного пребывания их при 8—10°. Личинки II стадии, еще не закончившие питание, после двухдневной экспозиции при 8—10° в условиях 20—24° закончили развитие до имаго в 45% случаев, при этом некоторые личинки завершили развитие вне кокона. Максимальный срок жизни личинок при 8—10° — 72 дня (3 экз.). Дальнейшее пребывание личинок при температуре 8—10° приводило к полной их гибели.

При содержании 2-суточных коконов при 8—10° от 1 до 25 суток сохранялась их жизнеспособность, впоследствии из них при 20—24° отрождались имаго. После 30-дневного пребывания коконов при 8—10° отрождения имаго не последовало, в коконах были найдены мертвые личинки. Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что длительное пребывание (свыше 30 дней) яиц, личинок, куколок при температуре 8—10° вызывает полную их гибель.

При температуре 11—12.5° 100% относительная влажность оказалась губительной для всех преимагинальных фаз. При относительной влажности от 75 до 92% наблюдался выход личинок в 39—86% случаев. Дальнейшее развитие эти личинки проходили при постепенном повышении температуры до 14°, при этом завершили развитие до имаго от 3.8 до 13.8% яиц (рис. 3).

При температуре 15—17° в пределах относительной влажности 65—92% от яйца до имаго прошли развитие 60—95% яиц при средней продолжительности развития 81.7—98.4 суток (табл. 2). Выше и ниже этого предела влажности при данной температуре развитие яиц возможно, но выплывшие личинки погибали в течение 4—5 суток. Из коконов отрождались имаго и при 55—60% влажности, но в условиях 100% влажности личинки в коконах погибали.

За развитием преимагинальных фаз при 20—22° наблюдения проводились в более широком диапазоне относительной влажности. В пределах 35—50% влажности оказалось возможным развитие пассивных фаз — яйца и куколки. Личинки в этих условиях не развивались, они погибали в первые трое суток, не питаясь. При температуре 20—22° в пределах 55—100% относительной влажности в течение 47—58 суток от яйца до имаго прошли развитие 24.4—88% яиц.

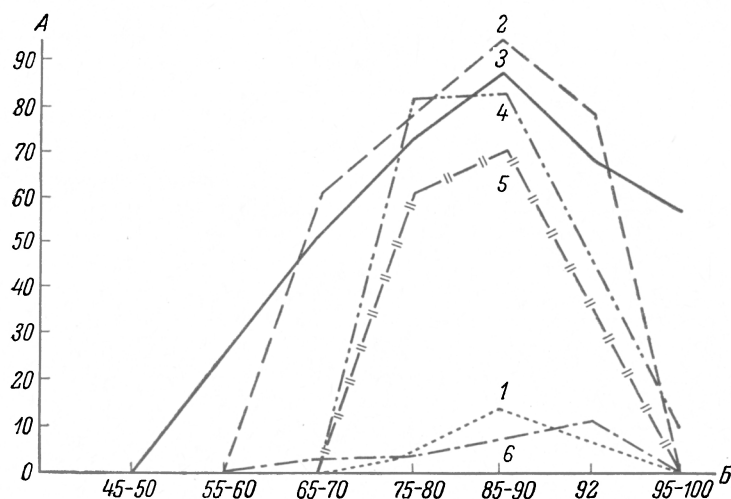


Рис. 3. Развитие *X. nuttalli* (от яйца до имаго) в зависимости от температуры и влажности.

А — процент развившихся особей; Б — относительная влажность (в %).
Температура (в °С): 1 — 11—14, 2 — 15—17, 3 — 20—22, 4 — 28—30, 5 — 32, 6 — 34.

При 28—32° развитие всех преимагинальных фаз наблюдалось в пределах относительной влажности 75—100%. При этом за 28—34 суток завершили развитие до имаго 9.8—81% яиц. Ниже 70% влажности при этой температуре возможно лишь эмбриональное развитие, но вышедшие из яиц личинки погибали в течение трех суток. Отрождения имаго из коконов, помещенных в эти условия, также не было.

С весьма малым эффектом наблюдалось развитие *X. nuttalli* при 34°. В пределах 75—92% относительной влажности до имаго прошли развитие от 2.6 до 12.7% яиц. Наибольшая смертность при этом отмечалась, как и во всех опытах, у личинок I стадии. При 35—36° прекращалось развитие всех преимагинальных фаз.

По нашим наблюдениям, фаза яйца наиболее пластична к влиянию температуры и влажности среды. Однако при 8—10° личинки из яиц не выплывали. В пределах 11—34° и 35—100% относительной влажности развивалось от 20 до 100% яиц. С повышением температуры длительность развития сокращалась с 39 до 3.5 суток.

Менее устойчивыми к воздействию температуры и влажности оказались личинки. При влажности 55—60% лишь в одном варианте опыта (при 20°) наблюдалось окукливание личинок и последующий выход имаго в 25% случаев. Большая смертность личинок (72.4—86%) наблюдалась и при влажности 75—92% и температуре 12—13° и 34°. В пределах 15—32° при этой же влажности окукливалось от 72 до 100% личинок при сред-

Т а б л и ц а 2
Длительность цикла развития *X. nuttalli* (в сутках) в зависимости от температуры и влажности среды

Относительная влажность (в %)	Яйцо при температуре (в °С)				Личинка при температуре (в °С)				Кокон при температуре (в °С)				От яйца до имаго			
	15	20	28	32	15	20	28	32	15	20	28	32	15	20	28	32
	10.2	9	5	5	—	18.6	—	—	—	26.8	—	—	—	53	—	—
55—60	20.3	8	—	5	38.5	20	—	—	—	27.5	—	—	98.4	52.7	—	—
65—70	21	8	5.5	4.2	30.2	16.5	10.2	10.9	42.7	26.5	16.1	15	93.4	51.5	32	30
75—80	19.3	7.5	4.1	4	27	18.3	10	10.2	44.1	23.5	48	17	91.4	48.5	28.3	28
85—90	15	8	5.4	4.1	25	17.2	10	10.2	43	24	15	11.7	81.7	50.5	31.6	27
92	13.5	10	3.8	4	—	15	10.5	10	—	28.3	14.5	10	—	52.5	28.5	24
95—100																

ней продолжительности развития от 10 до 38.5 суток. При влажности 95—100% развитие личинок шло при температуре 20—22°.

Развитие куколок в коконе отмечалось в тех же диапазонах температуры и влажности, как и эмбриональное развитие, но с меньшим эффектом при 13—14°. В пределах температуры 15—32° и 65—92% относительной влажности наблюдался выход имаго в 88—100% случаев. Таким образом, при температуре 15—32° и относительной влажности 75—92% успешно завершили развитие до имаго 39.2—95% яиц. При этом весь цикл развития длился в среднем от 28 до 98 суток. Определяющее значение для развития блох имела влажность среды. Температура влияла лишь на сроки развития, которые увеличивались с ее понижением. Вместе с тем в наших опытах с понижением температуры отмечалось небольшое увеличение числа особей, прошедших развитие от яйца до имаго. Развитие всех преимагинальных фаз наиболее эффективно шло в условиях 85—90% относительной влажности при температуре 15—30°. В этих условиях наблюдалась самая низкая смертность (5—16.2%). Благоприятной для развития *X. nuttalli* оказалась влажность 75—80%, в пределах 15—23° завершили развитие до имаго 61.5—81% яиц. Менее эффективно развитие шло при относительной влажности 92%, при 15—32° прошли развитие до имаго 39—79%. Из яиц, содержащихся в условиях 95—100% относительной влажности, лишь при 20—22° развилось 57.4% особей, ниже и выше этой температуры наблюдалась высокая гибель.

По-видимому, оптимальной для развития *X. nuttalli* является относительная влажность 85—90%, за этими пределами при всех испытанных температурах смертность возрастает. Температурный оптимум находится при 20—22°, когда при умеренной длительности развития блох наблюдается наибольшее число развившихся особей. Эмбриональное развитие *X. nuttalli* оказалось возможным при температуре выше 10°. Нижний температурный порог развития этого вида находится на уровне 10° при относительной влажности 75—92%; температура 34° является верхним порогом его развития.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительно с *X. skrjabini* в процессе метаморфоза *X. nuttalli* наблюдается некоторый сдвиг критических температур и

пределов влажности в сторону их повышения. Длительность общего цикла развития *X. nuttalli* несколько больше, чем у *X. skrjabini*. В условиях 75—80% относительной влажности при температуре 15—17° весь цикл развития *X. nuttalli* длился 81—98 суток, *X. skrjabini* — 72—89 суток, при 20—22° соответственно 47—53 и 41—48 суток, при 32° — 24—30 и 23—26 суток. Такое же соотношение длительности развития наблюдается и в пределах фаз развития.

Развитие *X. nuttalli* в пределах эффективных температур возможно при меньшем дефиците влажности (относительная влажность 65—70%), чем развитие *X. skrjabini*. Однако по сравнению с *X. g. minax* (Афанасьева, Бгытова, 1963) *X. nuttalli* более сухолюбивы.

Уровень обмена веществ даже у особей, полученных из одной яйцекладки, по-видимому, неодинаков, так как в сходных условиях воспитания скорость развития отдельных особей сильно варьирует. Так, развитие *X. skrjabini* от яйца до имаго при 15° продолжалось от 76 до 106 суток, при 20° — от 37 до 57 суток и при 28° — от 22 до 36 суток. На этот различный темп развития отдельных особей в природе накладывается многообразие микроклиматических условий среды, что может вызывать значительные отклонения в скорости развития блох и в их жизнеспособности.

Как отмечалось выше, наибольшая смертность в процессе метаморфоза изучаемых видов блох, даже в оптимальных условиях, наблюдается в фазе яйца и у личинок I стадии. В природе личинки блох, передвигаясь, в некоторых случаях могут избежать неблагоприятные

Таблица 3
Сумма тепла (в градусо-днях) за период развития блох

Фазы развития	Длительность развития в опыте при температуре (в °C)		Сумма эффективных температур (в °C)		Длительность развития				Порог развития
					расчетная при температуре (в °C)		в опыте при температуре (в °C)		
	15	28	15	28	20	32	20	32	
X. skrjabini									
Яйцо	17.8	4.5	80.1	78.8	8.4	3.7	9.3	4	10.5
Личинка	32.8	10.2	187	187	17.4	8.2	14.3	11	9.3
Куколка	36.5	13.6	281	281.5	22.1	11.3	26	12	7.3
От яйца до имаго	87.1	28.1	548	546	47.9	23.2	47	26	8.3
X. nuttalli									
Весь цикл развития	94	32	629	630	53.8	26.5	51	30	8.8

места обитания. Ничтожный отход отмечен в процессе развития блох в коконе. Следовательно, в процессе метаморфоза на численность блох главное отрицательное влияние оказывает их смертность от неблагоприятных климатических факторов на ранних стадиях развития.

Сравнительно-экологический анализ показывает, что высокая лабильность процессов развития к гигротермическим влияниям особенно характерна для фаз развития, не потребляющих пищи (яйцо и куколка).

Для завершения каждой стадии развития требуется определенная сумма эффективных температур (Кожанчиков, 1938). Представляет интерес проанализировать развитие блох с точки зрения применения правила сумм тепла. При определении суммы эффективных температур по формуле Сандерсона нами использованы полученные экспериментально данные о продолжительности развития отдельных стадий при температуре 15—17 и 28—30° (табл. 3).

Как показывают расчеты, сумма тепла почти одинакова при различных температурах как в пределах фаз развития, так и для общего цикла развития *X. skrjabini*, а также и для *X. nuttalli*. Длительность развития в эксперименте при 20 и 32° близка к расчетной. Таким образом, в целом развитие *X. skrjabini* и *X. nuttalli* подчиняется правилу сумм тепла. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в поздне-осенний и зимний периоды развитие преимагинальных фаз этих видов в условиях Среднеазиатского пустынного очага не происходит, так как в кормовых камерах и по ходам нор больших песчанок, где обычно блохи откладывают яйца, температура в осенние месяцы (октябрь) не превышает 10° (Ильинская, 1963), а в январе—феврале даже на глубине 170 см (Ширанович и другие, 1965) составляет 4—5°. По данным Ширановича, в местах обитания сравниваемых нами видов блох (Мангышлак), в норах большой песчанки во все сезоны года имеется благоприятная для развития блох влажность от 77 до 100%, а температура в норах на глубине 40—50 см с мая по сентябрь колеблется в пределах 15—19°, в январе—марте от 2.5 до 5.5°.

Принимая во внимание эти показатели температуры и выявленные нами экспериментально пределы эффективных температур и длительность развития блох, можно предположить, что *X. skrjabini* и *X. nuttalli* в данной части ареала за вегетационный период, с апреля по октябрь, могут давать, как правило, две генерации. По-видимому, в особенно теплые годы возможно появление дополнительной и, вероятно, немногочисленной генерации. Однако при этом следует иметь в виду, что температуре сопутствуют другие факторы среды, которые стимулируют диапаузу (задержку овогенеза и яйцекладки) у этих насекомых.

Наблюдения показали, что *X. skrjabini* способны развиваться в более широкой зоне отклонения от оптимума условий, нежели *X. nuttalli* и *X. g. nimax* (Афанасьева и Бгытова, 1963; Бгытова и Леонова, 1965). По-видимому, этой более высокой экологической пластичностью и объясняется довольно обширный ареал *X. skrjabini*. Причина же колебаний их численности в пределах ареала заключается в противоречии между требованиями вида и неравноценностью условий внешней среды, включая и трофические связи, которые имеют первостепенное значение в размножении блох.

Л и т е р а т у р а

- А ф а н а с ь е в а О. В. и Б г ы т о в а С. И. 1963. Материалы к экологии блох. Сообщ. 1. Развитие *Xenopsylla gerbilli minax*. Матер. научн. конф. по природной очаговости и профилактике чумы. Алма-Ата : 11—13.
- Б г ы т о в а С. И. и Л е о н о в а Т. Н. 1965. Материалы к экологии блох. Сообщ. 5. Критические температуры в развитии преимагинальных фаз блох *Xenopsylla gerbilli minax*. Матер. научн. конф. по природной очаговости и профилактике чумы. Алма-Ата : 28—29.
- Б и б и к о в а В. А., М е д в е д е в с к и х В. И. и Д а н к о в С. С. 1963. К эпизоотологической роли блох больших песчанок. Сообщ. 4. *Xenopsylla skrjabini* Joff, 1928. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 5 : 622.

- Бибикова В. А., Ильинская В. Л., Калуженова З. П., Морозова И. В. и Шмутер М. Ф. 1964. Блохи больших песчанок в Южном Прибалхашье. В сб.: Природная очаговость болезней и вопросы паразитологии, 4 : 236—238.
- Герасимова Н. Г. 1966. Метаморфоз блох *Xenopsylla skrjabini* Joff, 1928 в связи с температурой и влажностью. Зоол. журн., 45 (3) : 400—405.
- Ильинская В. Л. 1965. К изучению температурного режима в норах больших песчанок. Матер. научн. конф. по природной очаговости и профилактике чумы. Алма-Ата : 92—94.
- Кожанчиков И. В. 1938. Эксперименты и наблюдения по влиянию тепла на развитие куколок хлопковой совки *Heliothis obsoleta* F. Защита растений, 16 : 27—34. — 1946. О нижнем термическом пределе процессов развития насекомых. ДАН СССР, 51 (3): 237—240.
- Новокрещенова Н. С. и Кузнецова Г. С. 1964. Особенности экологии блох большой песчанки в местах постоянных эпизоотий чумы. Зоол. журн., 43 (11) : 1638—1647.
- Петров В. С., Масленникова З. П. и Мурзахметова К. 1963. Закономерности географического распространения блох в пустынях и полупустынях Средней Азии и Казахстана. Зоогеография суши. Тез. III Всесоюзн. совещ. по зоогеографии суши. Ташкент.
- Свиридов Г. Г., Морозова И. В., Калуженова З. П. и Ильинская В. Л. 1963. Применение радиоактивных изотопов при изучении некоторых вопросов экологии блох. Сообщ. 1. Алиментарные связи блох рода *Xenopsylla* с большими песчанками в естественных условиях. Зоол. журн., 42 (4) : 546—550.
- Ширанович П. И., Молодовский А. В., Осолинкер Б. Е., Деревянченко К. И. и Самарин Е. Г. 1965. О микроклимате нор большой песчанки *Rhombomys opimus* Licht. Зоол. журн., 44 (8) : 1245—1252.

HYGROTHERMAL CONDITIONS OF THE DEVELOPMENT OF PREIMAGINAL PHASES OF TWO SPECIES OF FLEAS OF *RHOMBOMYS OPIMUS*

N. G. Gerasimova

S U M M A R Y

The metamorphosis of fleas *X. skrjabini* and *X. nuttalli* was observed experimentally at the temperatures from 8 to 35° within 35—100% of relative humidity.

More effective development of all the preimaginal phases was at temperature 15—32° within 75—92% of relative humidity. The temperature 20—22° by relative humidity 75—80% for *X. skrjabini* and 85—90% for *X. nuttalli* should be considered the optimum of the development of all the phases. The lower limit of *X. skrjabini* and *X. nuttalli* development is near to 10° C, the upper one proved to be the temperature 34° C.

X. skrjabini highly develop in the wider zone of a divergence from optimal conditions than *X. nuttalli* and *X. gerbilli minax*.